

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-197331
(43)Date of publication of application : 06.08.1996

(51)Int.CI.

B23F 15/08

(21)Application number : 07-011285
(22)Date of filing : 27.01.1995

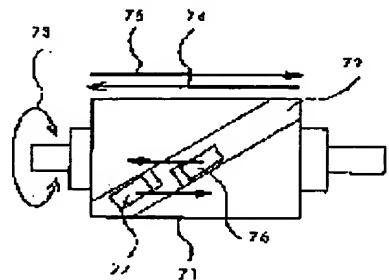
(71)Applicant : HITACHI LTD
(72)Inventor : AOKI HISASHI
HIRAOKA KOICHI
OKADA HIDEO
MAKINO HIROHIKO
TOMIOKA MASARO

(54) SCREW-ROTOR MACHINING DEVICE AND MACHINING THEREOF

(57)Abstract:

PURPOSE: To enable any type of groove shape machining in machining of a screw rotor having a screw groove, without replacing a cutting edge and to shorten a machining time with an idle cutting motion reduced as far as possible.

CONSTITUTION: A work 71 is fitted to a main spindle of rotation via a chuck, and the cutting edge 76 and 77 are put forward to an rotation axis direction 74 or 75 in synchronization with the rotation of a main spindle. To reduce a cutting load, a sufficiently small cutting edge as compared with a desirable groove shape 72 is moved along a groove shape of target. Machining of a complicated groove shape becomes practicable by controlling the movement of the edge with a numerical value controlling device. A reciprocating cutting is also possible by forming a pair with the edges 76, 77 in oposition to each other.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 28.01.2000
[Date of sending the examiner's decision of rejection]
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]
[Date of final disposal for application]
[Patent number]
[Date of registration]
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(51)Int.Cl.⁶

識別記号 庁内整理番号

F I

技術表示箇所

B 23 F 15/08

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 8 頁)

(21)出願番号 特願平7-11285

(22)出願日 平成7年(1995)1月27日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 青木 久

静岡県清水市村松390番地 株式会社日立
製作所空調システム事業部内

(72)発明者 平岡 光一

静岡県清水市村松390番地 株式会社日立
製作所空調システム事業部内

(72)発明者 岡田 秀夫

静岡県清水市村松390番地 株式会社日立
製作所空調システム事業部内

(74)代理人 弁理士 小川 勝男

最終頁に続く

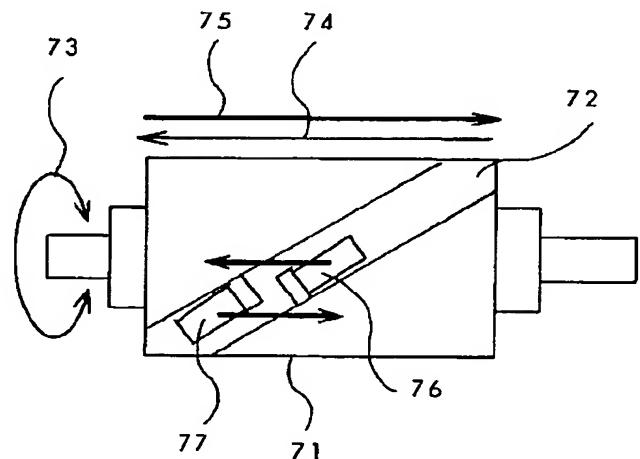
(54)【発明の名称】スクリューロータの加工装置およびその加工方法

(57)【要約】

【目的】スクリュー溝を有するスクリューロータの加工において、刃具を交換することなく任意の溝形状加工を可能にする。また、空送り切削を極力低減して、加工時間を低減する。

【構成】ワーク71をチャック92を介して回転主軸に取付け、主軸の回転に同期して、回転軸方向74または75に刃具76及び77を送る。このとき、切削負荷を低減するため、所望溝形状72に対して十分小さな刃具を用いて、目標とする溝形状に沿って移動させる。なお、この刃具の移動を数値制御装置により制御することで、複雑な溝形状の加工を可能にする。さらに、刃具76、77を2本対向させて一対の形状にすることにより、往復切削が可能となる。

図 1



【特許請求の範囲】

【請求項1】ワークの主軸を回転駆動する主軸駆動装置と、このワークを加工する刃具を取り付ける刃物台と、この刃物台をワークの主軸に直角な方向に駆動する刃物台駆動装置と、前記主軸駆動装置と前記刃物台駆動装置とを制御する数値制御装置とを備えたスクリューロータの加工装置において、前記主軸駆動装置と切り換え可能に作動し、前記ワークの主軸を回転駆動する第2の主軸駆動装置を設けたことを特徴とするスクリューロータの加工装置。

【請求項2】前記刃物台を前記ワークの主軸方向に駆動するZ軸駆動装置を前記加工装置は有し、この刃物台の主軸方向の移動が前記ワークの回転運動に同期するよう前記Z軸駆動装置を前記数値制御装置が制御することを特徴とする請求項1に記載のスクリューロータの加工装置。

【請求項3】前記加工装置は旋盤であることを特徴とする請求項1または2に記載のスクリューロータの加工装置。

【請求項4】前記刃具は対向または背反する2つのバイトを有し、このバイトはワークの主軸方向に所定の間隔を隔てて取り付けられていることを特徴とする請求項1ないし3のいずれか1項に記載のスクリューロータの加工装置。

【請求項5】NCプログラムによりワークの旋削を行うNC旋盤装置であって、前記ワークを回転駆動する主軸駆動装置と、前記ワークを旋削する刃具を取り付ける刃物台と、この刃物台に取り付けられた刃具の切削深さを変化させる刃物台駆動装置と、前記ワークの主軸方向にこの刃物台を駆動するZ軸駆動装置とを備え、前記主軸駆動装置と切り換え可能に第2の主軸駆動装置を設け、この第2の主軸駆動装置の回転駆動と前記Z軸駆動装置の主軸方向への直線駆動とを同期させる制御装置とを設けたことを特徴とするNC旋盤装置。

【請求項6】前記主軸駆動装置と前記第2の主軸駆動装置とを切り換える切り換え手段はクラッチを有することを特徴とする請求項5に記載のNC旋盤装置。

【請求項7】前記刃具は対向または背反する2つのバイトを有し、このバイトはワークの主軸方向に所定の間隔を隔てて取り付けられていることを特徴とする請求項5または6に記載のNC旋盤装置。

【請求項8】刃物台に取り付けられた刃具をワークの回転と同期してワークの主軸方向に移動させ、主軸方向に捩じれた複数の歯を有するスクリューロータをNC旋盤を用いて形成するスクリューロータの加工方法において、

前記ワークを順回転し、前記刃具に対向または背反して備えられた2つのバイトの一方を用いて前記複数の歯の中の一つの歯の歯面を軸方向一端部から他端部まで切削した後、前記ワークを逆回転させ他方のバイトを用いて

前記歯面と隣合う歯の歯面を軸方向他端部から一端部まで加工することにより往復切削可能にしたことを特徴とするスクリューロータの加工方法。

【請求項9】前記往復切削を1つの歯に対して複数回繰り返すことによりスクリュー歯が形成されることを特徴とする請求項8に記載のスクリューロータの加工方法。

【請求項10】請求項8または9のいずれかに記載の方法により作成され、スクリュー圧縮機またはスクリュー真空ポンプに用いられることを特徴とするスクリューロータ。

【請求項11】前記ロータの材質がダクタイル鋳鉄またはステンレス鋼であることを特徴とする請求項10に記載のスクリューロータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は圧縮機または真空ポンプに用いられるスクリューロータの加工方法及びそのロータを加工する加工装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、スクリュー溝を有するスクリューロータの加工においては、溝形状と嵌合しあう総形の刃具を用いてフライス盤にて加工したり、ホブカッタを用いてねじ切りするホブ加工が広く行われていた。さらに、往復動切削により溝形状を加工する方法としては、形削り盤を用いて平面上に溝入れする溝加工が知られている。このようなスクリュー溝加工については、特開昭53-116596号、特開平3-161216号、特公昭51-14723号に記載がある。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】上記従来技術に記載の総形刃具による加工では、加工された溝形状は刃具の形状に依存し、フィードバック修正を行うことができない。したがって、溝形状変更時には刃具の変更を必要とする。そして、総形刃具を用いた加工においては、切削抵抗が非常に大きくなり、最大切削送り速度は200mm/分程度に限定される。これは、汎用旋盤の早送り速度10~20m/分の僅かに1~2%であり、高速加工の実現への大きな障害となっていた。

【0004】また、形削り盤を用いた溝加工では、平面上の溝入れ加工のみ可能であり、スクリュー溝のようにねじれた複雑な形状の加工は困難である。そして、この加工方法は1方向のみの切削であるため、刃具の復路方向への移動時に空送りが生じ加工時間が長くなるという不具合があった。

【0005】本発明の目的は、総形刃具やホブカッターを用いた加工において生じる、切削抵抗のために加工速度が低下するという問題を解決し、加工能率の良いスクリュー溝およびスクリューロータの加工方法を提供することにある。◆また本発明の他の目的は、NC旋盤の高速切削性を確保したまま、複雑なスクリュー溝及びス

リューロータを加工できる加工装置を提供することにある。

【0006】本発明のさらに他の目的は、高速切削により安価にスクリューロータを提供することにある。◆また本発明の目的は、加工精度を確保したまま、安価にスクリューロータ及びその加工装置、加工方法を提供することにある。◆本発明のさらに他の目的は、スクリュー溝の形状を容易に修正できる安価な加工装置及び加工方法を提供することにある。◆さらに、汎用の刃具を用いることにより工具費が低減したスクリュー溝の加工装置及び加工方法を提供することをも目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、ワークの主軸を回転駆動する主軸駆動装置と、このワークを加工する刃具を取り付ける刃物台と、この刃物台をワークの主軸に直角な方向に駆動する刃物台駆動装置と、前記主軸駆動装置と前記刃物台駆動装置とを制御する数値制御装置とを備えたスクリューロータの加工装置において、前記主軸駆動装置と切り換え可能に作動し、前記ワークの主軸を回転駆動する第2の主軸駆動装置を設けたものである。

【0008】そして、好ましくは前記刃物台を前記ワークの主軸方向に駆動するZ軸駆動装置を前記加工装置は有し、この刃物台の主軸方向の移動が前記ワークの回転運動に同期するよう前記Z軸駆動装置を前記数値制御装置が制御するようにしたものである。

【0009】また、NCプログラムによりワークの旋削を行うNC旋盤装置であって、前記ワークを回転駆動する主軸駆動装置と、前記ワークを旋削する刃具を取り付ける刃物台と、この刃物台に取り付けられた刃具の切削深さを変化させる刃物台駆動装置と、前記ワークの主軸方向にこの刃物台を駆動するZ軸駆動装置とを備え、前記主軸駆動装置と切り換え使用可能に第2の主軸駆動装置を設け、この第2の主軸駆動装置の回転駆動と前記Z軸駆動装置の主軸方向への直線駆動とを同期させる制御装置とを設けることにより前記目的は達成される。

【0010】そして、好ましくは前記主軸駆動装置と前記第2の主軸駆動装置とを切り換える切り換え手段はクラッチを有するものである。◆さらに、好ましくは前記刃具は対向または背反する2つのバイトを有し、このバイトはワークの主軸方向に所定の間隔を隔てて取り付けられているものである。

【0011】また、刃物台に取り付けられた刃具をワークの回転と同期してワークの主軸方向に移動させ、主軸方向に捩じれた複数の歯を有するスクリューロータをNC旋盤を用いて形成するスクリューロータの加工方法において、前記ワークを順回転し、前記刃具に対向または背反して備えられた2つのバイトの一方を用いて前記複数の歯の中の一つの歯の歯面を軸方向一端部から他端部まで切削した後、前記ワークを逆回転させ他方のバイト

を用いて前記歯面と隣合う歯の歯面を軸方向他端部から一端部まで加工することにより往復切削可能にすることにより、前記目的は達成される。◆そして好ましくは、前記往復切削を1つの歯に対して複数回繰り返すことによりスクリュー歯が形成されるものである。

【0012】さらに上記の方法により作成され、スクリュー圧縮機またはスクリュー真空ポンプに用いられるスクリューロータにより上記目的は達成される。◆そして好ましくは、前記ロータをダクタイル鋳鉄またはステンレス鋼製としたものである。

【0013】

【作用】スクリューロータでは雄ロータ及び雌ロータに軸方向にねじれた溝またはロープが形成されている。これらの溝加工においては汎用のNCフライス盤を用いて総形刃具により加工するか、専用のホブ盤によりホブカッター用いて加工するかしているが、いずれも歯形の修正等が困難である。そこで、1つの歯形を複数の歯形部分に分け、その各部分を対向して設けた2つの刃具により高速に往復動切削してスクリュー溝を形成するようとする。これによれば、加工工程は増加するものの、複数回の微小歯形部分の往復動切削を高速にし、全体として総形歯形による切削よりも加工時間を低減できるので、スクリューロータの生産能率が向上する。また、スクリューロータを使用するときには入口側と出口側とで作動温度の違いにより熱変形が生じるが、これらの変形量を見込んでNCテープに加工軌跡を記録しておけば良く、スクリューロータを高精度に加工できる。さらに、加工の進行とともに工具の摩耗が生じるが、この工具の摩耗量を見込んでNCテープを作成しておけば、工具の摩耗の影響を含んだ加工が行える。さらに、異なる溝形状や歯数に対してもプログラムの変更のみで容易に対応でき、多品種少生産現場における加工にも容易に対応できる。また、加工途中における歯形の修正、歯形を測定しながらのフィードバック加工もNC制御機のプログラムの改変により容易に実行できる。

【0014】なお、加工用刃具を互いに干渉しないように対向して配置することにより、NC旋盤で往復動加工が可能になる。これにより、ワークまたは刃具の往復動のいずれの移動においてもワークを加工できるので、空送り時間を省略でき加工時間を短縮できる。

【0015】

【実施例】以下、本発明の一実施例を図面を用いて説明する。図1は本発明に係るスクリューロータの加工方法を示す模式図で、詳細は後述する。図2ないし図4はスクリューロータが組み込まれたスクリュー圧縮機装置の一例である。スクリュー圧縮機またはスクリュー真空ポンプは化学プラントや冷凍機、半導体製造装置等に用いられる。図2はスクリュー圧縮機の軸直角断面を示したもので、スクリュー圧縮機1はケーシング2と、雄ロータ3と、雌ロータ5とを備えている。ケーシング2に

は、雄ロータ3及び雌ロータ5が収容される作用空間であるボア6が形成されており、このボア6は、断面円形状でかつ互いに平行な雄ロータ側ボア壁8および雌ロータ側ボア壁9に分割されている。

【0016】雄ロータ3及び雌ロータ5は、ボア壁8、9の中心でそれぞれ矢印K及びLの方向に回転する。雄ロータ3は5個の溝10間に介在する5個のロープ11からなるねじれ歯であり、雌ロータ5は6個の溝12間に介在する6個のロープ13からなるねじれ歯である。ロープ11、13は、ボア壁8、9の交差部で互いに噛み合っている。

【0017】また、ケーシング2には、ボア壁8、9の交差部にこのボア壁8、9に連通する高圧口15、この高圧口15に連通する吐出室16、外部から送りこまれたガスを吸い込み、低圧口(図示せず)を経てボア壁8、9に送りこむ吸い込み室18、ボア壁8、9に隣接して配置されこのボア壁8、9を冷却する水ジャケット19、20がそれぞれ形成されている。そして、ボア6内で雄ロータ3、雌ロータ5により圧縮された高圧になったガスは、吐出室16を経てラインに送られる。

【0018】このような、スクリュー圧縮機のスクリューロータには高圧の圧力が負荷されたり、熱変形が生じたりするので、ロータ形状を高精度に加工する必要があり、従来は総型バイトを用いて歯形成形していた。

【0019】一方、真空ポンプにスクリューロータを用いた図3及び図4においては、スクリュー真空ポンプ40は、ケーシング41と、雄ロータ43と、雌ロータ45と、軸封装置46と、スリング48とを備えている。ケーシング41は、主ケーシング49、吐出側ケーシング50及びエンドカバー51とからなっている。雄ロータ43、雌ロータ45は、両端を軸受52、53により回動可能に支持され、吐出側にそれぞれ取付けた雄タイミングギヤ55、雌タイミングギヤ56で微小隙間を保持して互いに噛み合って回転している。そして、雄ロータ43、雌ロータ45と主ケーシング40、吐出側ケーシング50との間で圧縮作動室57を構成している。

【0020】軸封装置46は、軸受52、53やタイミングギヤ55、56に供給した油のシールを行うようになっている。スリング48は、エンドカバー51と主ケーシング49の一部で形成した油溜り58の油を跳ね飛ばし、軸受52に油を供給するようになっている。主ケーシング49には吸込み口59、吐出側ケーシング50には吐出口60がそれぞれ形成されている。雄タイミングギヤ55はブルギヤ61と噛み合い、このブルギヤ61は電動機(図示せず)に直結している。

【0021】このように構成したスクリュー真空ポンプにおいても、スクリューロータの外周部とケーシングからの漏れを極力少なくするため、スクリューロータ歯形を高精度に成形する必要がある。そこで、従来総型歯形を用いて高精度にロータの歯形を加工していた。しかしながら、この総型歯形による加工は加工工数を多く必要とすることから、生産性の向上を図った加工方法が求められている。この課題を解決するため従来用いられたフライス加工やホブ加工に代えて高剛性NC旋盤を用いた旋盤加工を開発した。この加工の高能率化を図った装置を図5ないし図7に示す。

【0022】図5は本発明に係るスクリューロータ加工装置の一例を示したもので、高剛性NC旋盤の概略正面図、図6はその側面図、図7は本発明の加工方法に係る図5及び図6に示した旋盤の回転駆動系の模式図である。高剛性旋盤99ではベース100上に制御盤88が載置されており、この制御盤88は操作盤87からの入力指令に基づいて旋盤99を制御する。そして旋盤99には、チャックシリンダ81の作用によりワーク71を保持するチャック92と、このチャックとともにワーク71の芯出しに使われる芯押し台83とが備えられており、チャック92側はワーク71を回転させるための主軸(C軸)モータ82a、82bに連結されている。一方、工具であるバイトは刃物台84に取り付けられ、X軸送りモータ89によりワーク71への切り込み深さが変化するとともに、水平方向、すなわちZ軸方向にはZ軸送りモータ85から図示しないポールねじを介して刃物台84の水平移動が実行される。

【0023】このように構成した高剛性旋盤99の駆動系の詳細を図7に示す。本旋盤は汎用旋盤の機能をも備えており、通常の加工においては、主軸スピンドルモータ82bに取り付けられたベルト駆動系95を介してチャック92に取り付けられたワーク71がスピンドルモータ82bにより回転駆動される。ワーク71の他端は上述したように芯押し台83に設けたテールストックにより芯押しされ位置決めされる。

【0024】ところで、スクリュー溝加工のように工具負荷が大きい加工においては、通常のスピンドルモータ82bを用いたのでは駆動トルクが小さ過ぎて、十分な加工能率が得られない。そこで本発明を実施するに当たっては、このスピンドルモータ82bに加えてC軸モータ82aを増設し、このC軸モータ82aの出力を減速機を介してワーク71に伝えている。そして、クラッチ94によりスピンドルモータ82bの出力と切り換えて使用している。

【0025】次に上記NC旋盤による加工方法の一実施例の詳細を以下に示す。図1はワーク71と工具76、77の関係を示すもので、ワーク71には雄ロータの場合、ロープが4条または5条ねじ状に形成される。一方、雌ロータの場合には溝が5条または6条、雄ロータのねじれにあったねじれ角で形成される。図にはその1条分の溝加工を示す。C軸モータにより駆動されるワーク71の回転73に同期して工具台が軸方向74または75方向に移動する。ところで、工具台が74方向に動くときは図11に示した工具取付け具93の先端に取付

けられたバイト76が溝の一側面を加工する。そして、ワーク71の一端から他端まで加工し終えると、ワーク71の回転方向は逆方向となり、それに伴い工具台の移動方向は75の方向となる。そして、工具77によって溝の他の側面が加工される。つまり、図8に示すように、工具取付け具93に対してバイト76及び77はその軸線方向に對向するように取り付けられるとともに、その軸線に直角方向に對しては偏位した位置にセットされる。この様子を図9を用いて説明する。バイトセット用スペーサ95には、段差を付けた溝が形成されており、この溝間は所定のバイト間隔70aだけ離隔している。また、溝間の段差も所定段差70bだけ形成されており、このように形成したスペーサを用いることにより、工具取付け具の所定位置にバイトをセットできる。例えば、間隔70aは10mmに、段差70bは5mmにセットして、スクリュー冷凍機のロータを加工している。

【0026】図10に示した6条の溝を有するスクリューロータの加工においては、図11に示した歯形79が創成されるように、バイトの切り込み深さを変えて加工する。つまり、ワーク71の一端部において図10のAR位置に切り込み深さ及び周方向位置を設定し、所定のねじれ角度となるようにバイトのZ軸位置とワークの回転を同期させて、反対端までの加工を終える(往加工)。次に、1溝分から歯幅分だけ差し引いた量周方向に移動した位置AL点に、先程使用したのとは異なるバイトを設定する。そして、ワーク71を逆回転させるとともに、この逆回転と同期してバイトが上述の一端部へ戻るように歯面を加工する(復加工)。

【0027】次に一端部において、バイトの位置を前回加工のAL位置からBL位置へ移動させ、上記と同様の往加工を行う。次いで反対端において、往加工に用いたのとは異なるバイトをAR位置からBR位置へ移動して設定し、上記と同様の復加工を行う。これを所定の歯形79が得られるまで繰り返す。この時の工具中心の軌跡78は歯面にほぼ平行な曲線となる。なお、この図11では簡便のためにバイト先端のチップ形状が丸である丸バイトを表したが、必要に応じて丸駒バイト、菱形バイトを使用できることは言うまでもない。ただし、これらのバイトを用いるときには2つのバイト76、77が相互に干渉しないように取り付けることが必要である。さらに、上記実施例においては往加工と復加工とにおいて、一対のバイトの間隔を一定として、往加工と復加工とでその周方向位置及び切り込み深さを変えているが、一対のバイトの間隔そのものを往復加工において変えられるように工具取付け具を構成しても良い。このようにすれば、さらに簡単にスクリュー歯形を創成できる。なお、当然ながら2つの工具は溝の最大幅よりはるかに小さい幅に収まるように工具取付け具に取り付けられる。さらに、本実施例ではバイトを互いに對向するように設

けているが、互いに背反するように取り付けても良い。なお、スクリューロータの材質としては、ダクタイル鉄、ステンレス鋼等がある。

【0028】図12に本発明によるスクリューロータの形成過程を示す。雌ロータ12の素材であるワーク71上に初めに1条の溝を形成するために、例えば図11のCL、CR点に相当する位置まで溝加工を行う(同図(a))。前述した手順を繰り返すことにより、1条の溝の加工が完成する(同図(b))。次いで歯数のピッチ分だけワークを回転させて、同様の加工を繰り返すことにより、最終的に雌ロータが創成される(同図(c))。

【0029】次に、以上のように構成した加工装置を用いて具体的にスクリューロータを加工した一例を以下に説明する。C軸モータ82aの理論最大トルクは約80N·mであり、ワーク71におけるスクリュー溝のねじれ角は57.3°である。また、スクリュー溝数は6溝であり、1溝当たりの総切削回数NはN=53回である。ワーク71の直径DはD=112mmであり、スクリュー溝が形成される部分の軸方向長さであるロータローブ長さLはL=156mmである。切削送り速度(C軸とZ軸との合成速度)は20m/minと高速加工に設定した。この結果、全スクリュー溝加工に要する時間は従来の20分から10分に大幅に低減した。

【0030】図13はこのときの加工のフローチャートを示したものである。初めに、丸チップバイトや丸駒バイト、菱形バイト等の中から加工に必要なバイトを選択し、切削開始点Pnにバイト76、77をセットする。次いで、NC制御装置により、C軸とZ軸との移動量を制御する。本実施例では、C軸方向に302.934°回転する間にZ軸方向に190mm移動するようにNC制御装置が制御する。往復両加工を終えたら、同じ溝上の次の歯形位置の切削開始点Pn+1へバイトを移動させる。1溝分の加工が終了(往復切削回数Nが53回に達したとき)したら、溝ピッチ分だけ周方向に移動した位置(Pnに対して60°移動した位置)へバイトを移動させ、以上の加工を繰り返し、6溝全部の加工が終了したら全体の加工を終了する。

【0031】ここで、熱変形等により歯形を理論曲面から修正する必要が生じた場合には、数値制御装置のプログラムを変更することにより、容易に修正加工が行える。なお、バイトの摩耗等による加工軌跡の修正をも予めプログラムの中で考慮しておけば、自動的に高精度な歯形を形成できることは言うまでもない。

【0032】

【発明の効果】以上述べたように本発明によれば、以下の効果がある。◆汎用のNC旋盤に、クラッチ機構を介して主軸駆動装置を設けたので、通常の旋削の他に複雑な形状を有するスクリューロータの高速加工が可能になる。また、主軸の回転に同期して刃具を駆動しているの

で一定または可変の振じれ角を有する振じれた溝形状の加工が可能になる。さらに、刃具を対向または背反して2個設けたので、往復動加工が可能になり、加工能率が向上する。また、この刃具を互いに干渉しない位置に配置したので往復加工における異なる歯面の加工が容易になり、加工能率が向上する。さらに、刃具は汎用の刃具でよいので、刃具の費用が安価になる。

【0033】また、スクリューロータの溝加工において、歯形を複数個の曲線または直線からなるように複数回にわたって加工したので、1回当たりの切削抵抗を減らし、高速加工が可能になる。そして、切削回数の増加を切削送り速度を増すことにより補うことができ、総合的に加工時間が短縮する。

【0034】さらに、数値制御装置によりプログラミングしたので、精度の高い加工ができるることは勿論のこと、工具の摩耗や熱変形による理論曲面からのずれ等を考慮した加工も可能になる。また、歯数が異なるロータ等の加工もプログラムの変更のみで容易に行える。

【0035】

【図面の簡単な説明】

【図1】スクリューロータの加工方法を示す模式図。

【図2】スクリューリー圧縮機の横断面図。

【図3】スクリューリー真空ポンプの縦断上面図。

【図4】スクリューリー真空ポンプの縦断正面図。

【図5】本発明の一実施例にかかる高剛性NC旋盤の正面図。

面図。

【図6】本発明の一実施例にかかる高剛性NC旋盤の側面図。

【図7】本発明の一実施例にかかる高剛性NC旋盤の駆動系の模式図。

【図8】バイト取付け具の部分斜視図。

【図9】バイトセッティング用治具の縦断面図。

【図10】雌ロータの斜視図。

【図11】歯面形状の作成手順を示す図。

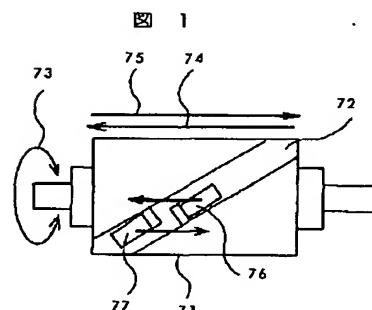
【図12】ワークから雌ロータを作成する手順を示す図。

【図13】本発明を実施するフローチャート。

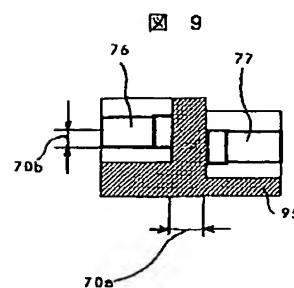
【符号の説明】

1 ……スクリューリー圧縮機、3 ……雄ロータ、5 ……雌ロータ、10 ……溝、11 ……ローブ、12 ……溝、13 ……ローブ、40 ……スクリューリー真空ポンプ、46 ……軸封装置、52、53 ……軸受、55、56 ……タイミングギヤ、70a ……隙間、70b ……軸ずれ、71 ……ワーク、72 ……加工溝、73 ……ワークの回転方向、74、75 ……ワークのZ軸移動方向、76、77 ……バイト、78 ……チップ、79 ……歯面形状、82a、82b ……C軸モータ、83 ……芯押し台、84 ……刃物台、85 ……Z軸送りモータ、87 ……操作盤、88 ……制御盤、89 ……工具送りモータ、92 ……チャック、94 ……クラッチ装置。

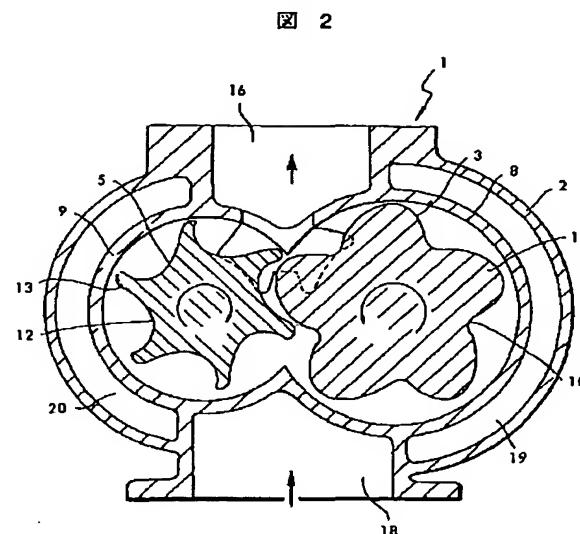
【図1】



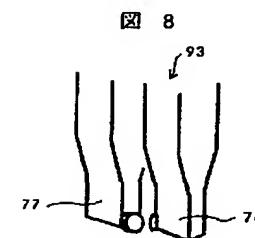
【図9】



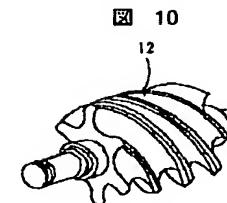
【図2】



【図8】



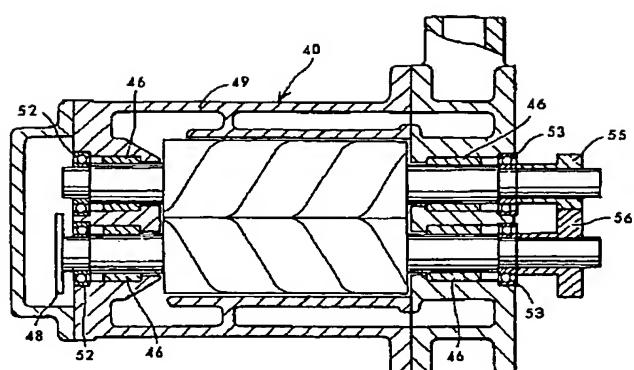
【図10】



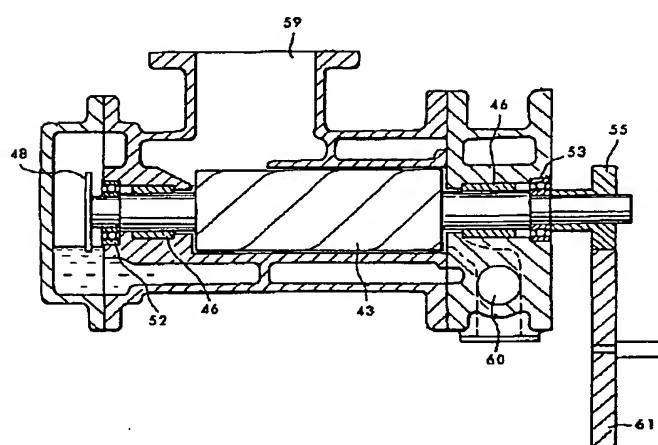
【図10】

【図3】

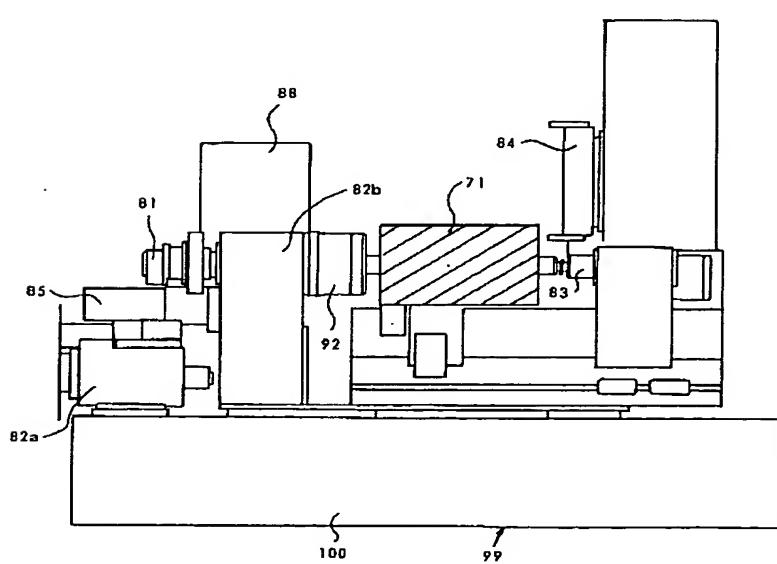
図3



【図4】

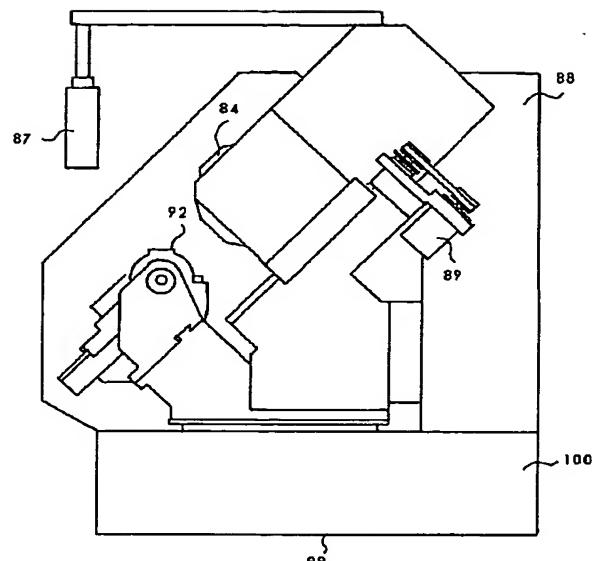


【図5】



【図6】

図6



【図11】

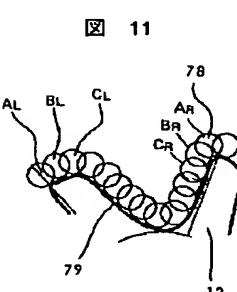
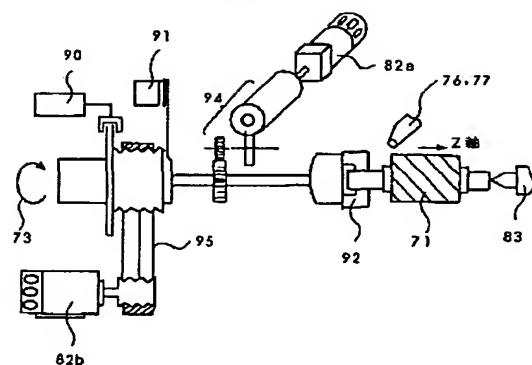


図11

図
6

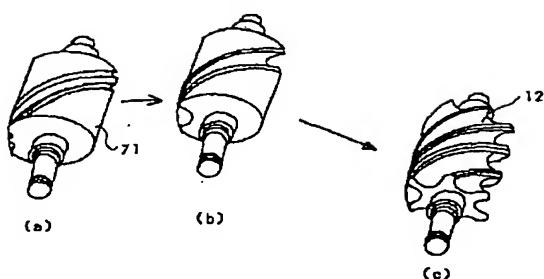
【図7】

図7

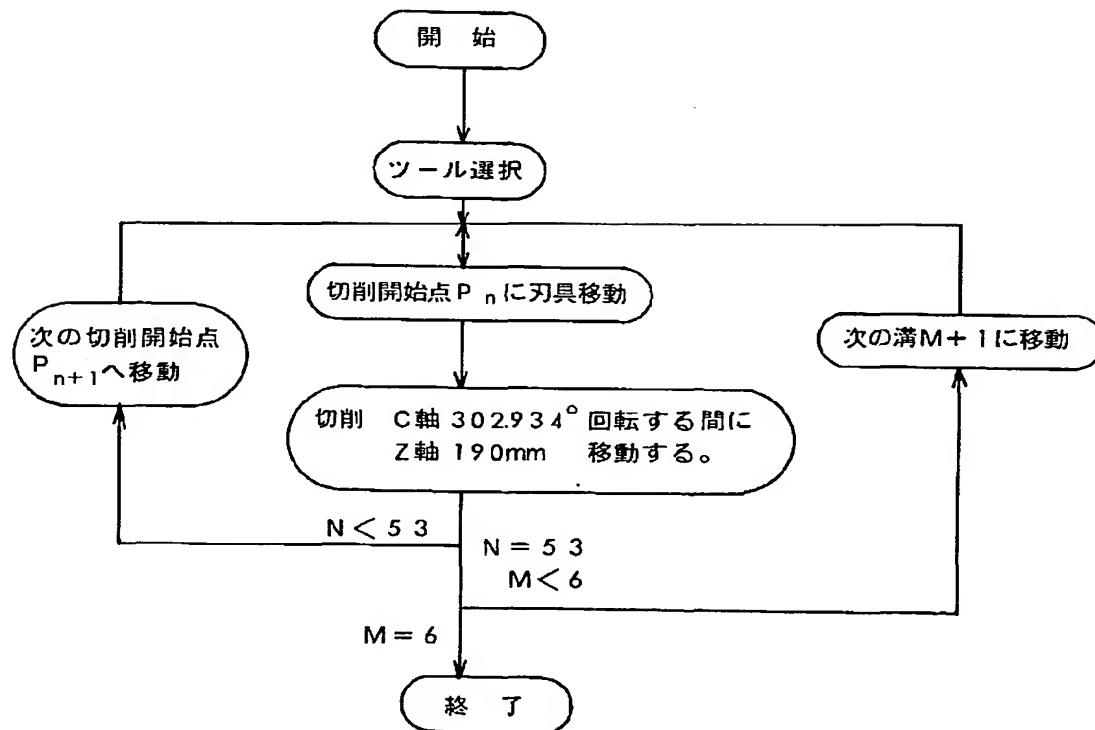


【図12】

図12



【図13】

図
13

フロントページの続き

(72) 発明者 牧野 宏彦
 静岡県清水市村松390番地 日立清水エンジニアリング株式会社内

(72) 発明者 富岡 正郎
 静岡県清水市村松390番地 株式会社日立製作所空調システム事業部内